

Μέθοδοι πρόβλεψης παραγωγής με τηλεπισκόπηση

Του κ. **Παναγιώτη ΕΥΘΥΜΙΑΔΗ**
Γεωπόνου-Οικονομολόγου
Αν. Καθηγ. Γεωπον. Πανεπισ. Αθηνών

Γενικά

Ο σύγχρονος Χωροταξικός-Περιβαλλοντικός-Αναπτυξιακός-Γεωργικός σχεδιασμός και η πολιτική, που θα εφαρμοσθεί σε επίπεδο περιφέρειας ή χώρας βασίζεται σε ακριβείς πληροφορίες, που καταγράφονται σε ένα εύχριστο σύστημα Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (GIS).

Η χρήση των δεδομένων από δορυφορικές απεικονίσεις έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των πληροφοριών, σε χαμηλό κόστος και σε γρήγορους ρυθμούς αξιοποίησης. Η λήψη και η ανάλυση των δεδομένων, που συλλέγονται από εξειδικευμένα όργανα, που δεν έχουν φυσική επαφή με τα αντικείμενα γίνεται με την τηλεπισκόπηση.

Η τηλεπισκόπηση συλλέγει πληροφορίες και τις αναλύει. Η συλλογή των πληροφοριών γίνεται με την μέτρηση και αποτύπωση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που αντανακλάται ή εκπέμπεται από την επιφάνεια της γής και την ατμόσφαιρα. Στη συνέχεια αναλύονται οι πληροφορίες σε σχέση με την φύση και κατανομή των υλικών της επιφάνειας της γης και των ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελεί τρόπο μετάδοσης της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας μετά την αλληλεπίδραση της στην ύλη. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μεταφέρεται σε κύματα, που αποτελούν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, που διαχωρίζεται σε ζώνες ή κανάλια. Κάθε ζώνη παρουσιάζει παρόμοια χαρακτηριστικά. Τα φασματικά κανάλια (ζώνες) που χρησιμοποιεί η τηλεπισκόπηση είναι: Υπεριώδη (Ultraviolet, UV) 0,01-0,04 μm , Ορατά (Visible, V) 0,40-0,70 μm , Υπέρυθρα (Infrared, IR) 0,7-1000 μm , Μικροκύματα (Microwave, M) 0,1 cm-1 μ .

Τα τηλεσκοπικά συστήματα διαχωρίζουν εκλεκτικά, με σειρά οργάνων, φασματικές διακυμάνσεις για τον επιτυχή διαχωρισμό της ζητούμενης πληροφορίας και την αντίστοιχη αξιοποίησή της.

Η εισερχόμενη στη γη ακτινοβολία σε ένα ποσοστό επαναακτινοβολείται στο διάστημα, και ένα άλλο ποσοστό διαχέεται. Το ποσοστό επαναακτινοβολίας στο διάστημα

μα εξαρτάται από τις συνθήκες, που επικρατούν στην ατμόσφαιρα και την υπάρχουσα κατάσταση στην επιφάνεια της γης (Avery and Berlin, 1992).

Πίν. 1. Αντανακλώμενη στο διάστημα ορατή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Κατάσταση εδάφους	Αντανάκλαση %
Φρέσκο χιόνι	80-95
Παλιό χιόνι	50-60
Σύννεφο βροχής	70-80
Νέφωση	20-30
Νερό (ανατολή ή δύση)	50-80
Νερό (μεσημβρία)	3-5
Άσφαλτος	5-10
Ασπρόχωμα	25-45
Μαυρόχωμα	5-15
Ξηρό έδαφος	20-25
Υγρό έδαφος	15-25
Φυλλοβόλα δένδρα	15-20
Κωνοφόρα δένδρα	10-15
Διάφορα φυτά	10-25
Ισοζύγιο γης	35

Κάθε αντικείμενο απορροφά, ανακλά και αποδίδει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με ξεχωριστό τρόπο, ανάλογα με την σύστασή του. Αυτή η ιδιότητα αποτελεί μετρήσιμο αντικειμενικό μέγεθος και χρησιμοποιείται για την αναγνώρισή του. Αυτό το μετρήσιμο στοιχείο καθορίζει την φασματική ταυτότητα κάθε αντικειμένου και σε αυτό βασίζεται η τηλεπισκόπηση. Η μικρότερη περιοχή της οποίας η ανάκλαση δύναται να καταγραφεί ονομάζεται πίξελ.

Σε παγκόσμια κλίμακα, Κυβερνήσεις και οικονομικές μονάδες, έχουν σε εξέλιξη εκτεταμένα προγράμματα, ερευνητικά και εφαρμογής, για την δημιουργία βάσης δεδομένων, χρήσεων γης, αναγνώριση είδους καλλιέργειας και πρόβλεψη παραγωγής. Η βάση των πληροφοριών λαμβάνεται συνεχώς από δορυφόρους, που περιστρέφονται γύρω από την γη. Οι δορυφόροι έχουν συστήματα καταγραφής, καθένα από το οποίο παίρνει πληροφορία σε άλλο μήκος κύματος με διαφορετικό φωτογραφικό σύστημα.

Αναγνώριση καλλιεργειών

Η αναγνώριση καλλιεργειών στηρίζεται στην ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που είναι διαφορετική για κάθε φυτικό είδος. Η ασφαλής διάκριση των διαφόρων φυτικών ειδών είναι αρκετά δύσκολη, γιατί πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τις φασματικές ιδιότητες των φυτών (φύλλων, ανθέων, καρπών) π.χ. το είδος και η ποσότητα χλωροφύλης, η υδατική σχέση του φυτού, η θέση του φυτού προς τον ήλιο, η

θρεπτική κατάσταση, η προσβολή από εχθρούς, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες (σύννεφα, ρύποι, υγρασία) και η ώρα λήψης της πληροφορίας. Υπάρχουν πολυάριθμα στοιχεία για ταυτοποίηση των καλλιεργειών με βάση τις ιδιότητες [Silgal (1980), Συλλαίος (1990), Μιγκίρος και Παρχαρίδης (1995), Ευθυμιάδης (1998), κ.ά.].

Πρόβλεψη Παραγωγής

Η πρόβλεψη παραγωγής μίας καλλιέργειας βασίζεται σε σειρά στοιχείων για να έχει αποδεκτό αποτέλεσμα. Βασικό στοιχείο αποτελεί η ύπαρξη δεδομένων της καλλιέργειας, που σχετίζονται με την παραγωγή. Η ακριβής καταγραφή των δεδομένων κάθε ποικιλίας καλλιεργούμενου φυτού, σε κάθε στάδιο ανάπτυξης (φύτρωμα, φυλλική ανάπτυξη, ανθοφορία, ωρίμανση) σε σχέση με τους παράγοντες, που καθορίζουν την παραγωγή: α. κλιματικούς (κυρίως θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, ατμοσφαιρική υγρασία), β. με την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική (είδος και ποσότητα λίπανσης, επίδραση των εχθρών στη φυτεία, εδαφική υγρασία), και γ. την ποιότητα του ε-

Κωνσταντίνος ΓΕ. Αθανασόπουλος

Καθηγητής Τμήμ. Οικ., Περιφ.
Ανάπτ. Παντείου Πανεπιστ.
Κοινων. Πολ. Επ. Αθηνών

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ

Τόμος Α'
Δ' έκδοση

Ο θεσμός της Περιφέρειας στο Βέλγιο. Ο θεσμός της Περιφέρειας στην Γαλλία. Ο θεσμός της Περιφέρειας στην Ελλάδα. Ο θεσμός της Περιφέρειας στην Ιταλία. Η Επιτροπή Περιφερειών. Βιβλιογραφία.

Αθήναι, 1999

Κωνσταντίνος ΓΕ. Αθανασόπουλος

Καθηγητής Τμήμ. Οικ., Περιφ.
Ανάπτ. Παντείου Πανεπιστ.
Κοινων. Πολ. Επ. Αθηνών

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗ

Τόμος Β'
Δ' έκδοση

Συνταγματικές ρυθμίσεις για την Αποκέντρωση στην Ελλάδα. Συνταγματικές ρυθμίσεις για την Τοπική Αυτοδιοίκηση στην Ελλάδα. Νομοθετήματα των ετών 1990, 1991, 1993, 1994. Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις. Η δανειοδότηση της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Επιχορηγήσεις της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Απαλλαγές υπέρ της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Ο Ευρωπαϊκός Χάρτης της Τοπικής Αυτοδιοίκησης. Η Τοπική Αυτοδιοίκηση σε άλλες Χώρες.

Αθήναι, 1998

δάφους (οργανική ουσία, αλατότητα, γονιμότητα, υφή και δομή του εδάφους) σε συνδυασμό με τα λαμβανόμενα δεδομένα από την τηλεπισκόπηση, μπορεί να μας δώσει ασφαλή πρόβλεψη παραγωγής. Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός, ότι συνήθως δεν έχουν καταγραφεί τις προηγούμενες περιόδους συγκριτικά τα ανωτέρω στοιχεία, ενώ είναι διαθέσιμα πολλά δεδομένα από δορυφορικές απεικονίσεις. Έτσι, είναι κατανοητό, ότι εάν δεν υπάρχουν δεδομένα του πεδίου παραγωγής, η αντίστοιχη πρόβλεψη είναι επισφαλής.

Τα πρώτα προγράμματα αναγνώρισης καλλιεργειών με τηλεπισκόπηση καταστρώθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ. Οι πρώτοι δορυφόροι ήταν μεταεωρολογικοί (π.χ. TIROS I, 1960), στη συνέχεια εξελίχθηκαν και συλλέγουν στοιχεία πορείας βλάστησης σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο (Lanritson, 1979). Το σε εξέλιξη μακροπρόθεσμο ερευνητικό πρόγραμμα περιλαμβάνει την ανάπτυξη, τον έλεγχο και την αξιολόγηση προϊόντων τηλεπισκόπησης από το διάστημα, με σκοπό την συνεχή και ακριβή γνώση των μεταβολών χρήσεων γης, πρόβλεψη παραγωγής και των δεδομένων περιβάλλοντος. Οι κύριες πληροφορίες έχουν ληφθεί και ακόμα συλλέγονται από τους δορυφόρους της σειράς LANDSAT με συστήματα πολυφασματικής απεικόνισης: Σήμερα ο κύριος όγκος πληροφοριών συλλέγεται από την νέα γενεά δορυφόρων NOAA. Σε αυτή τη γενεά δορυφόρων ραδιόμετρα πολύ υψηλού διαχωρισμού χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της βλάστησης και των συνθηκών ανάπτυξης. Τα εξελιγμένα ραδιόμετρα υψηλής ανάλυσης AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) ευαισθητοποιούνται σε πέντε φασματικές περιοχές συχνοτήτων από τις οποίες δύο μικρού μήκους κύματος (ορατό και σχεδόν υπέρυθρο) χρησιμοποιούνται για την λήψη πληροφοριών σχετικών με την βλάστηση. Οι συχνότητες είναι οι: 1: 0,58-0,68 μm και η 2: 0,725-1,10 μm , που αντιστοιχούν στις περιοχές 5 (0,5-0,6 μm) και 7 (0,8-1 μm) του LANDSAT MSS, στις οποίες μέχρι σήμερα βασιζέτο η ανάλυση στοιχείων βλάστησης.

Οι δορυφόροι NOAA-AVHRR σαρώνουν κάθετα προς την διεύθυνση πτήσης. Η συχνότητα καταγραφής φθάνει τις 6 γραμμές (σαρώσεις) το δευτερόλεπτο, κάθε γραμμή έχει 2.048 στοιχεία εικόνας (ψηφίδα) με μέγιστη οπτική γωνία σε κάθε πλευρά λήψης 55,4°. Ο κάθε δορυφόρος NOAA διαγράφει πολική τροχιά από ύψους 830Km, είναι συγχρονισμένος με τον ήλιο, δηλ. παράγει απεικόνιση της ίδιας περιοχής καθημερινά. Οι δορυφόροι αυτοί διατηρούνται ανά δύο σε τροχιά και καθένας κάνει δύο ημερήσιες απεικονίσεις δηλ. κάθε σημείο της γης παρατηρείται τέσσερις φορές το 24ωρο. Αντίθετα, οι δορυφόροι LANDSAT παρέχουν απεικόνιση μία φορά κάθε 16 ημέρες σε κάθε περιοχή. Οι συνεχείς ημερήσιες απεικονίσεις των δορυφόρων NOAA τους καθιστούν πολύτιμους για την παρακολούθηση της βλάστησης και την εξαγωγή ασφαλών στοιχείων. Τα δεδομένα αυτών των δορυφόρων είναι διαθέσιμα σε μία εβδομάδα, ήτοι διάστημα ικανοποιητικό για την επίκαιρη ανάλυση των στοιχείων βλάστησης.

Τα παρεχόμενα δεδομένα από τα ραδιόμετρα AVHRR διαχωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες.

Α. Δεδομένα αυτόματης μετάδοσης εικόνας υψηλής ανάλυσης HRRT. Αυτή είναι η μεγαλύτερη δυνατή ανάλυση, που παρέχεται από τους δορυφόρους (Χωρική ανάλυση 1.100 μέτρων).

Β. Δεδομένα αυτόματης μετάδοσης εικόνας μειωμένης ανάλυσης ART (Χωρική ανάλυση 4.400 μέτρων).

Γ. Δεδομένα υψηλής τοπικής ανάλυσης LAC χωρίς αυτόματη μετάδοση, αποθήκευση των δεδομένων στον δορυφόρο (Χωρική ανάλυση 1.100 μέτρων).

Δ. Δεδομένα μειωμένης ανάλυσης παγκόσμιων δεδομένων GAC χωρίς αυτόματη μετάδοση και αποθήκευση των δεδομένων στον δορυφόρο (Χωρική ανάλυση 4.400 μέτρων).

Λόγω της μικρής χωρικής ανάλυσης τα δεδομένα των δορυφόρων NOAA-AVHRR χρησιμοποιούνται για λήψη πληροφοριών μεγάλων περιοχών της γης, δηλ. δίδουν στοιχεία της γενικής κατάστασης της βλάστησης και δείκτη επιφανειακής θερμοκρασίας. Η σύγκριση των δεδομένων αυτών με επίγειες παρατηρήσεις δίδει την δυνατότητα ασφαλών συμπερασμάτων.

Διαδικασία πρόβλεψης παραγωγής

Το πρώτο στάδιο είναι ο ακριβής υπολογισμός της επιφάνειας, που καταλαμβάνει η καλλιέργεια σε μία ευρύτερη διοικητική περιοχή, π.χ. στην Θεσσαλία. Το επόμενο στάδιο είναι ο υπολογισμός του όγκου της βλάστησης, που συμμετέχει στην παραγωγή. Το μέγεθος της βλάστησης μπορεί να μετρηθεί με:

Τον δείκτη υγιούς φυλλώματος, δηλ. με την επιφάνεια των υγιών φύλλων ανά μονάδα επιφάνειας (Leaf Area Index-LAI).

Την φυτική βιομάζα, δηλ. με την ποσότητα υγιούς βλάστησης ανά μονάδα επιφάνειας, που εκτιμάται συνήθως με επίγεια παρατήρηση μετά από συγκομιδή και ζύγιση (Plant Biomass).

Το ποσοστό κάλυψης της καλλιέργειας (% Plant Cover), που δύναται να μετρηθεί από τις εναέριες απεικονίσεις οπτικά ή με ψηφιακή ανάλυση.

Ο δείκτης υγιούς φυλλώματος ή βλαστικός δείκτης αντιστοιχεί στην δυνατότητα των φυτών για παραγωγή. Ο υπολογισμός των γίνεται έμμεσα με την ανάκλαση του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Η μορφή της ανάκλασης εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο μήκος κύματος και τα ανωτέρω χαρακτηριστικά της φυτείας, δηλ. την ποιότητα των φύλλων, τον όγκο του φυλλώματος και την κάλυψη του εδάφους.

Η βλάστηση χρησιμοποιεί το κόκκινο φως για να φωτοσυνθέσει, δηλ. όσο πιο ενεργή είναι η φωτοσύνθεση τόσο λιγώτερο κόκκινο φως ανακλάται. Έτσι, η βλάστηση διαφοροποιείται στην ανάκλαση του ορατού και του υπέρυθρου από τα άλλα αντικείμενα. Ένας βλαστικός δείκτης είναι ο λόγος της διαφοράς ανάκλασης στην σχεδόν υπέρυθη περιοχή και στην ορατή περιοχή του φάσματος. Εάν χρησιμοποιηθούν διαφοροποιήσεις ανακλάσεως σε περισσότερα μήκη κύματος, τότε γίνεται ακριβέστερη προσέγγιση της πρόβλεψης. Το γεγονός αυτό διορθώνει και μειώνει την επίδραση των άλλων αντικειμένων στην μετρούμενη ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβο-

λίας. Ένας αποδεκτός βλαστικός δείκτης θα πρέπει να μην επηρεάζεται από τον περιβάλλοντα χώρο (έδαφος, ατμοσφαιρική ακτινοβολία). Όσο πιο ενεργή και αναπτυγμένη είναι η βλάστηση τόσο μεγαλύτερο δείκτη βλάστησης έχει. Σήμερα χρησιμοποιούνται πολλοί δείκτες βλάστησης. Ο πλέον συνήθης δείκτης είναι ο NDVI (Normalised Difference Vegetation Index):

$$\text{Δείκτης βλάστησης (NDVI)} = \frac{B - A}{B + A},$$

όπου B = ανάκλαση στην κατώτερη υπέρυθρη περιοχή του φάσματος (Κανάλι 2), και A = ανάκλαση στην κόκκινη περιοχή.

Η σχέση αυτή εξαρτάται συνήθως σε μικρό βαθμό από τις ατμοσφαιρικές μεταβολές, την θέση του ήλιου, την διαφορά εποχιακής ηλιακής ακτινοβολίας, την επιφάνεια και το ανάγλυφο του εδάφους. Σε μεγάλο βαθμό επηρεάζεται, όταν η γωνία της παρατήρησης και του ήλιου (ανατολή-δύση) είναι μικρή (Van Dijk, 1986). Τα σύννεφα προκαλούν μεγάλη διαφοροποίηση του δείκτη. Επίσης, οι ατμοσφαιρικές διαταραχές τον επηρεάζουν. Η συγκριτική ανάλυση των δεικτών βλάστησης σε διαφορετικές περιόδους μειώνει το σφάλμα (Janssen, 1994, Jurgens, 1993).

Οι διακυμάνσεις της υπέρυθρης ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται πειραματικά για την πρόβλεψη και την αναγνώριση ασθενειών των φυτών. Η αξιοπιστία αυτών των μετρήσεων εξαρτάται από το στάδιο της προσβολής. Επίσης, είναι δυνατό να υπολογισθεί το ποσοστό του νερού των φύλλων, από το οποίο εξαρτάται το μέγεθος της παραγωγής. Η ανάκλαση είναι αυξημένη σε μειωμένη ποσότητα νερού και αντίστροφα (Van der Pas, 1991, 1992).

Η φασματική συμπεριφορά των φυτών εξαρτάται, κυρίως, από την δομή του φύλλου, την ωριμότητα, τις χρωστικές ουσίες, την γωνία έκθεσης προς τον ήλιο, το νερό των ιστών, την θρεπτική κατάσταση του φυτού, τις ασθένειες, την ρύπανση του περιβάλλοντος, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και την εποχή (Verhoef 1984, 1989).

Στην ορατή περιοχή του φάσματος (0,4-0,7μm) η ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα φυτά είναι μικρή, γιατί κυρίως απορροφάται η ηλεκτρική ενέργεια από τη χλωροφύλλη. Στην υπέρυθρη περιοχή (0,8-1,3μm) αυξάνει η ανάκλαση γιατί η ενέργεια αυτή απορροφάται λιγότερο από τα φύλλα, ενώ η ανάκλαση έχει σχέση με την δομή του φύλλου. Στην σχεδόν θερμική υπέρυθρη περιοχή (1,3-2,3μm) η ανάκλαση κυρίως καθορίζεται από την περιεκτικότητα των φύλλων σε νερό. Στην ανώτερη υπέρυθρη θερμική περιοχή (2,6-25μm) τα φυτά έχουν μεγαλύτερη απορρόφηση και αντανακλούν μικρό ποσοστό, ανάλογα με το είδος του φυτού (0-15%).

Για την πρόβλεψη παραγωγής χρησιμοποιούνται μοντέλα καλλιέργειών, τα οποία συσχετίζονται με τα λαμβανόμενα στοιχεία από την τηλεπισκόπηση. Η όλη εργασία γίνεται μέσω αντίστοιχων προγραμμάτων με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Για την πρόβλεψη παραγωγής χρησιμοποιείται το μοντέλο προσομοίωσης WDUET. Αυτό έχει τρία λειτουργικά τμήματα. Για την ανάπτυξη της καλλιέργειας και τις απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης, χρησιμοποιείται το μοντέλο

WOFOST, για τις υδατικές σχέσεις των φυτών το μοντέλο SWATRE και για την ύπαρξη των θρεπτικών στοιχείων το μοντέλο QUEFTS (Janssen, 1994).

Τα ανωτέρω μοντέλα προσομοίωσης συνδιάζονται με επίγειες παρατηρήσεις των φυτών σχετικά με το στάδιο ανάπτυξης και την αντίστοιχη παραγωγή. Επίσης, γίνεται προσομοίωση του διαθέσιμου νερού με βάση τα διαθέσιμα υδρολογικά στοιχεία, τα θρεπτικά στοιχεία (γονιμότητα εδάφους και λίπανση) και τα κλιματολογικά στοιχεία (κυρίως θερμοκρασίας) (Goddard, T., et.al. 1996, Nolan, S., 1996, Choudrey, S., 1998).

Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμα προγράμματα πρόβλεψης παραγωγής για άμεση χρήση εφ' όσον υπάρχουν τοπικά δεδομένα παραγωγής. Ήδη, ωρισμένοι καλλιεργητές στην Αμερική έχουν θετικό οικονομικό αποτέλεσμα από την χρήση αυτών των προγραμμάτων προβλέψεων παραγωγής γιατί έτσι καθορίζουν την καλλιεργητική πρακτική, που πρέπει να εφαρμόσουν. Τέτοια προγράμματα είναι το π.χ. Digital Orthographic Quad, IKONOS, AgriCast, Precision Farm-ing Primer.

Βιβλιογραφία

- Avery, T.E and G. Berlin (1992): *Fundamentals of Remote Sensing and dirphoto interpretation. Fifth edition, Mc Millan Publishing Company N.Y.*
- Choudrey, S.A. (1998): *Surface hydrologic modeling and GIS: A case study of the Kaimai Hydropower project Catchment, N.Z. PhD thesis, Univ. of Waikato, Hamilton.*
- Ευσθυμιάδης Π. (1998): *Δημιουργία βάσης δεδομένων για αναπτυξιακό-γεωργικό και περιβαλλοντικό σχεδιασμό και εφαρμογή από G.I.S. στο Ν. Λακωνίας, σ.1-40.*
- Goddard, T., Kryzanowski, L., Cannon, K., Izanrralde, C., and Tim Martin (1996): *Intergrated GIS-EPIC Model for Precision Farming. Proc of Inform. Agric. Conf. Univ. of Illinois.*
- Janssen, L.L.F. (1994): *Methodology for updating terrain object date from remote sensing date. The application of Landsat TM data with respect to agricultural fields. PhD thesis. Wageningen.*
- Jurgens, C. (1993): *Use of satellite remote sensing to control permanent fallow land parcels of the EEC-temporary set-aside arable land program. Proceedings Int. Symp. Operationalization of Remote Sensing. ITC, Enschede, The Netherlands. Vol. 8, p.177-187.*
- Lauritson, L., G.J. Nelson and F.W. Porto (1979): *Data extraction and calibration of TIROS-N NOAA, Washington D.C., (Amendments of Appendix B in 1980, 1982, 1985 and 1986).*
- Μιγκίρος, Γ. και Παρχαρίδης Ι. (1995): *Τηλεπισκόπηση: εφαρμογές στις Γεωεπιστήμες. Αθήνα, σ.1-50.*
- Nolan, S. Haverland, G., Goddard, M. Green, M and D. Penney (1996): *Building a Yield Map from Geo-referenced Harvest Measurements. Proc of Inform. Agr. Conf. Univ. of Illinois.*
- Siegal, B.S. and Gillespie, A.R. (1980): *Remote Sensing in Geology, John Wiley and Sons, N.Y.*
- Συλλαίος, Ν.Γ. (1990): *Εφαρμογές τηλεπισκόπησης στη γεωργία. Θεσσαλονίκη, σ.1-217.*
- Van de Pas, J.B., A. Tjalma, R.J. de Boer (1992): *Disease appraisal of ash dieback and watermark disease using multispectral aerial photography. BCRS Report 91-41, 68 pp.*
- Van der Pas, J.B. (1991): *Application of satellite remote sensing for Environmental monitoring. Transcript seminar course Wetland suervey and Wetland management. RWS, Dir. Flevoland.*
- Van Dijk, A., (1986): *A crop condition and crop yield estimation method based on NOAA/AVHRR satellite dat. PhD Dissertation, University of Missouri, Columbia.*
- Verhoef, W., (1984): *Light scattering by leaf layers with application to canopy reflectance modelling: the SALL model. Rem. Sens. Env. 16, p.125-141.*
- Verhoef, W., (1989): *NDVI Modelling study, Mimeograph, EEC-JRC project. NLR, Amsterdam, The Netherlands.*